

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Kajian Teori

##### 1. Hakikat Ilmu Pengetahuan Alam

Menurut Kardi dan Nur dalam Trianto (2014: 136), menjelaskan bahwa IPA mempelajari alam semesta, benda-benda yang ada di permukaan bumi, di dalam perut bumi dan di luar angkasa, baik yang dapat diamati indera maupun yang tidak dapat diamati dengan indera. Oleh karena itu, dalam menjelaskan hakikat fisika, pengertian IPA dipahami terlebih dahulu. IPA atau ilmu kealaman adalah ilmu tentang dunia zat, baik makhluk hidup maupun benda mati yang diamati. Perkembangannya tidak hanya ditandai oleh adanya kumpulan fakta-fakta, tetapi oleh adanya metode ilmiah dan sikap ilmiah.

Pada hakikatnya IPA dibangun atas dasar produk ilmiah, proses ilmiah, dan sikap ilmiah. Selain itu menurut Uus Toharudin (2011: 25) mengungkapkan bahwa Ilmu Pengetahuan Alam sering pula disebut sains. Sebagai sebuah ilmu, sains memiliki sifat dan karakteristik yang unik yang membedakannya dari ilmu lainnya. Keunikan sains itu sering pula dinyatakan sebagai hakikat sains. Hakikat sains, sebenarnya digunakan untuk menjawab secara benar pertanyaan apakah sebenarnya sains itu. Sains adalah pengetahuan yang kebenarannya sudah diujicobakan secara empiris melalui

metode ilmiah. Jadi, peran metode ilmiah terhadap diterimanya sebuah pengetahuan sangat penting.

Metode ilmiah adalah suatu metode yang dilaksanakan dengan aturan dan prinsip ilmu pengetahuan yang tepat yaitu cara sistematis dan sesuai yang digunakan untuk memperoleh suatu keilmuan, unsur utamanya adalah karakterisasi (pengamatan atau pengukuran), hipotesis, eksperimen, mengolah dan menganalisis data, menarik kesimpulan, dan mempublikasikan hasil (Supriyadi, 2008: 11).

Sementara itu menurut Laksmi Prihantoro dkk., (dalam Trianto, 2014:137), mengatakan bahwa IPA hakikatnya merupakan suatu produk, IPA merupakan sekumpulan pengetahuan dan sekumpulan konsep dan bagan konsep. Sebagai suatu proses, IPA merupakan proses yang dipergunakan untuk mempelajari objek studi, menemukan dan mengembangkan produk-produk sains, dan sebagai aplikasi, teori-teori IPA akan melahirkan teknologi yang dapat memberi kemudahan bagi kehidupan.

Dari definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa IPA dalam penelitian ini adalah suatu kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis, dan dalam penggunaannya secara umum terbatas pada gejala alam.

## 2. Pembelajaran IPA

Pada dasarnya tujuan pembelajaran IPA Terpadu sebagai suatu kerangka model dalam proses pembelajaran, tidak jauh berbeda dengan tujuan pokok pembelajaran terpadu itu sendiri, yaitu meningkatkan efisiensi dan

efektivitas pembelajaran, meningkatkan minat dan motivasi. (Trianto, 2014: 155). Belajar IPA memiliki karakteristik berikut ini (disarikan dari berbagai sumber oleh Zubaidah, dkk, 2013a).

1. Proses belajar IPA melibatkan semua alat indera, seluruh proses berpikir, dan berbagai macam gerakan otot.
2. Belajar IPA dilakukan dengan menggunakan berbagai macam cara, misalnya, observasi, eksplorasi, dan eksperimentasi.
3. Belajar IPA memerlukan berbagai macam alat dan bahan, terutama untuk membantu pengamatan. Hal ini dilakukan karena kemampuan alat indera manusia itu sangat terbatas. Selain itu, ada keterbatasan hasil dan proses bila data yang kita peroleh hanya berdasarkan pengamatan dengan indera. Hal ini akan memberikan hasil yang kurang objektif, sementara itu IPA mengutamakan objektivitas.
4. Belajar IPA seringkali melibatkan kegiatan-kegiatan temu ilmiah, studi kepustakaan, mengunjungi suatu objek, dan lainnya.
5. Belajar IPA merupakan proses aktif. Belajar IPA merupakan sesuatu yang harus dilakukan peserta didik, bukan sesuatu yang dilakukan untuk peserta didik.

Keaktifan dalam belajar IPA terletak pada dua segi, yaitu aktif bertindak secara fisik atau *hands-on* dan aktif berpikir atau *minds-on* (National Research Council, 1996). Keaktifan secara fisik saja tidak cukup, tetapi peserta didik juga harus memperoleh pengalaman berpikir melalui

kebiasaan berpikir dalam belajar. Kebiasaan berpikir menurut Marzano, dkk., 1993 merupakan aspek tertinggi dalam dimensi belajar, yang meliputi:

- 1) sikap dan persepsi tentang belajar (*attitudes and perceptions about learning*).
- 2) perolehan dan pengintegrasian pengetahuan (*acquiring and integrating knowledge*),
- 3) pengembangan dan seleksi pengetahuan (*extending and refining knowledge*),
- 4) penggunaan pengetahuan secara bermakna (*using knowledge meaningfully*), dan
- 5) kebiasaan berpikir (*habits of mind*).

Berdasarkan hal tersebut, para ahli menyatakan pembelajaran IPA seyogyanya melibatkan peserta didik dalam berbagai ranah, yaitu ranah kognitif, psikomotorik, dan afektif. Langkah – langkah pembelajaran yang mengacu pada pendekatan saintifik harus menyentuh kegiatan 5 M, diantaranya:

a. Mengamati

Kegiatan mengamati ini mengutamakan kebermanaknaan proses pembelajaran (*meaningfull learning*). Keunggulan dari kegiatan ini yaitu dengan menyajikan objek secara nyata kepada peserta didik, maka peserta didik akan merasa tertantang untuk mengetahui lebih lanjut tentang objek

tersebut, sehingga peserta didik merasa senang selama proses pembelajaran. Metode mengamati sangat bermanfaat bagi pemenuhan rasa ingin tahu peserta didik, sehingga proses pembelajaran memiliki kebermanaknaan yang tinggi. Dengan metode observasi, peserta didik menemukan fakta keterhubungan antara objek yang dianalisis dengan materi pembelajaran yang disajikan oleh pendidik.

#### b. Menanya

Peserta didik yang aktif salah satunya terlihat dari intensitas mengajukan pertanyaan berkaitan dengan materi pelajaran yang sedang dipelajari. Agar peserta didik aktif bertanya, pendidik perlu menstimulasinya dengan mengajukan beberapa pertanyaan yang dapat mendorong peserta didik agar mau mengungkapkan pikiran dan ide-idenya. Berbeda dengan penugasan yang harus mengharuskan tindakan nyata dari peserta didik, pertanyaan dimaksudkan untuk memperoleh tanggapan verbal. Istilah “pertanyaan” tidak selalu dalam bentuk “kalimat tanya”, dapat juga dalam bentuk pernyataan, dengan catatan keduanya memperoleh tanggapan verbal dari peserta didik.

#### c. Menalar

menalar merupakan proses berpikir logis dan sistematis terhadap fakta, kata empiris yang dapat diobservasi untuk memperoleh simpulan berupa pengetahuan. Penalaran yang dimaksud dalam kurikulum 2013 yaitu berhubungan dengan proses asosiasi. Menurut Kamus Besar Bahasa

Indonesia asosiasi bermakna pembentukan hubungan atau pertalian antara gagasan, ingatan, atau kegiatan pancaindra. Berangkat dari pengertian tersebut, istilah asosiasi dalam pembelajaran merujuk pada kemampuan mengelompokkan beragam ide dari peristiwa atau fenomena yang terjadi dan menghubungkannya dengan ide atau gagasan yang telah tersimpan dalam memori peserta didik sebelumnya sehingga terbentuklah gagasan baru yang tercipta dari proses asosiasi tersebut. Proses ini dikenal sebagai proses menalar.

#### d. Mencoba

Memperoleh hasil belajar yang nyata atau otentik, peserta didik harus mencoba atau melakukan percobaan, terutama untuk materi pembelajaran yang sesuai. Dengan kegiatan mencoba ini maka pembelajaran akan lebih bermakna bagi peserta didik karena peserta didik diberi kesempatan langsung berinteraksi dengan peristiwa, fenomena, dan lingkungan nyata. Proses ini diharapkan dapat mengembangkan berbagai ranah tujuan belajar peserta didik, yaitu ranah kognitif, afektif, dan psikomotor.

#### e. Membentuk Jejaring

Jejaring dalam pendekatan saintifik ini berkaitan dengan pembelajaran kolaboratif. Kolaboratif atau kolaborasi merupakan istilah yang sama dalam kegiatan pembelajaran. Sehingga pembelajaran kolaboratif ini diartikan sebagai penciptaan situasi kegiatan antara peserta didik dengan pendidik maupun antara sesama peserta didik (kelompok). Dalam

pembelajaran kolaboratif ini pendidik berperan sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik belajar secara berkelompok.

Berdasarkan karakteristik IPA, pembelajaran IPA diarahkan untuk mengajak peserta didik mencari tahu dan berbuat sehingga membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar. Pembelajaran IPA melibatkan peserta didik dalam penyelidikan dengan bimbingan guru. Peserta didik mengaitkan pengetahuan yang dipelajari dengan pengetahuan yang dimilikinya, merencanakan dan membuat keputusan, melakukan kegiatan diskusi kelompok, dan memperoleh penilaian yang transparan. Pembelajaran IPA yang berpusat pada peserta didik dan menekankan pentingnya belajar aktif berarti mengubah persepsi tentang guru yang selalu memberikan informasi dan menjadi sumber pengetahuan bagi peserta didik (National Research Council, 1996).

Pembelajaran IPA di sekolah hendaknya menekankan pada pemberian pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses serta sikap ilmiah, untuk mengembangkan kompetensi. Pembelajaran IPA sebaiknya dilaksanakan metode ilmiah untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta mengkomunikasikannya sebagai aspek penting kecakupan hidup. Di antara sikap ilmiah yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran IPA adalah sebagai berikut.

- a. Objektif terhadap fakta. Objektif artinya menyatakan segala sesuatu sesuai fakta tidak dicampuri oleh perasaan senang atau tidak senang.
- b. Tidak tergesa-gesa mengambil kesimpulan bila belum cukup data yang mendukung kesimpulan itu.
- c. Berhati terbuka artinya bersedia menerima pandangan atau gagasan orang lain, walaupun gagasan tersebut bertentangan dengan penemuannya sendiri.
- d. Tidak mencampur adukkan fakta dengan pendapat tanpa landasan kuat.
- e. Bersikap hati-hati. Sikap hati-hati ini ditunjukkan oleh ilmuwan dalam bentuk cara kerja yang didasarkan pada sikap penuh pertimbangan, tidak ceroboh, selalu bekerja sesuai prosedur yang telah ditetapkan, termasuk di dalamnya sikap tidak cepat mengambil kesimpulan.
- f. Sikap ingin menyelidiki atau keingintahuan (*curiosity*) yang tinggi.

Berdasarkan karakteristik belajar dan pembelajaran IPA seperti telah dijelaskan, pembelajaran IPA seperti telah dijelaskan, pembelajaran IPA diharapkan dapat menjadi tempat bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, dan prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari.

### 3. Lembar Kegiatan Peserta Didik

Staton (1978:166-171) mengungkapkan bahwa alat pelajaran (bahan ajar) adalah alat atau benda yang dipergunakan secara langsung oleh pendidik



maupun peserta didik dalam proses pembelajaran. Suatu bahan ajar harus dapat memenuhi hal-hal berikut ini.

- a. Meningkatkan pengertian atas pokok pelajaran.
- b. Mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.
- c. Menimbulkan minat terhadap suatu mata pelajaran tertentu.
- d. Meningkatkan semangat belajar pada peserta didik.
- e. Menjelaskan tujuan pada peserta didik.

Bahan ajar juga memiliki karakteristik tersendiri yaitu *self-instructional* (membelajarkan) dan *self-contained* (utuh, lengkap). *Self-instructional* yaitu menyajikan berbagai pengalaman belajar yang dapat mendorong dan membantu peserta didik untuk berinteraksi dan belajar secara mandiri, sedangkan *self-contained* yaitu seluruh substansi yang diperlukan dalam belajar tersedia dalam bahan ajar.

Lembar kegiatan peserta didik (LKPD) merupakan salah satu sarana untuk membantu dan mempermudah dalam kegiatan belajar mengajar sehingga akan terbentuk interaksi yang efektif antara peserta didik dengan pendidik, sehingga dapat meningkatkan aktifitas peserta didik dalam peningkatan prestasi belajar. Trianto (2014: 111) berpendapat bahwa LKPD juga memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh peserta didik untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang harus ditempuh. Pengaturan awal (*advance organizer*) dari pengetahuan dan

pemahaman peserta didik terdapat pada setiap kegiatan sehingga situasi belajar menjadi lebih bermakna dan dapat meningkatkan pemahaman peserta didik. LKPD yang disusun dapat dirancang dan dikembangkan sesuai dengan kondisi dan situasi kegiatan pembelajaran yang akan dihadapi. Sementara itu, menurut Depdiknas (2008: 23) lembar kegiatan peserta didik (LKPD) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikegiatankan oleh peserta didik. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas. Keuntungan penggunaan LKPD adalah memudahkan pendidik dalam melaksanakan pembelajaran, bagi peserta didik akan belajar mandiri dan belajar memahami serta menjalankan suatu tugas tertulis.

LKPD dapat membantu peserta didik untuk menemukan konsep-konsep IPA melalui suatu kegiatan percobaan maupun eksperimen. Menurut Hendro Darmodjo dan Jenny R.E. Kaligis (1992:41-45) LKPD yang baik haruslah memenuhi berbagai persyaratan misalnya syarat didaktik, syarat konstruksi dan syarat teknis.

b. Syarat - syarat didaktik

Syarat didaktik meliputi:

- 1) Memperhatikan adanya perbedaan individual, sehingga LKPD yang baik adalah yang dapat digunakan oleh peserta didik yang lamban, sedang maupun yang pandai.
- 2) Tekanan pada proses untuk menemukan konsep-konsep sehingga LKPD disini berfungsi sebagai petunjuk jalan bagi peserta didik untuk mencari tahu.
- 3) Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik. Jadi dalam sebuah LKPD hendaknya terdapat kesempatan peserta didik untuk misalnya saja: menulis,

- menggambar, berdialog dengan temannya, menggunakan alat, menyentuh benda nyata dan sebagainya.
- 4) Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika pada diri anak.
  - 5) Pengalaman belajarnya ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi peserta didik (intelektual, emosional, dan sebagainya), dan bukan ditentukan oleh materi bahan pelajaran.
- c. Syarat - syarat konstruksi
- Syarat konstruksi meliputi:
- 1) Menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat kedewasaan anak.
  - 2) Menggunakan struktur kalimat yang jelas.
  - 3) Memiliki tata urutan pelajaran yang sesuai dengan tingkat kemampuan anak.
  - 4) Hindarkan pertanyaan yang terlalu terbuka.
  - 5) Tidak mengacu pada buku sumber yang diluar kemampuan keterbacaan peserta didik.
  - 6) Menyediakan ruangan yang cukup untuk memberi keleluasaan pada peserta didik untuk menulis maupun menggambarkan pada LKPD.
  - 7) Menggunakan kalimat yang sederhana dan pendek.
  - 8) Gunakan lebih banyak ilustrasi daripada kata- kata.
  - 9) Dapat digunakan untuk anak-anak baik yang lamban maupun yang cepat.
  - 10) Memiliki tujuan belajar yang jelas serta manfaat dari itu sebagai sumber motivasi.
  - 11) Mempunyai identitas untuk memudahkan administrasinya.
- d. Syarat – syarat teknis
- a) Tulisan
    - Menggunakan huruf cetak dan tidak menggunakan huruf latin atau romawi.
    - Gunakan huruf tebal yang agak besar untuk topik, bukan huruf biasa yang diberi garis bawah.
    - Gunakan tidak lebih dari 10 kata dalam satu baris.
    - Gunakan bingkai untuk membedakan kalimat perintah dengan jawaban peserta didik.
    - Usahakan agar perbandingan besarnya gambar dengan huruf serasi.
  - b) Gambar
 

Gambar yang baik untuk LKPD adalah yang dapat menyampaikan pesan/ isi dari gambar tersebut secara efektif kepada pengguna LKPD.
  - c) Penampilan
 

LKPD yang baik adalah LKPD yang memiliki kombinasi antara gambar dan tulisan.

LKPD memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh peserta didik untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar. Trianto (2014: 111) menyebutkan bahwa pengaturan awal (*advance organizer*) dari pengetahuan dan pemahaman peserta didik diberdayakan melalui penyediaan media belajar pada setiap kegiatan eksperimen sehingga situasi belajar menjadi lebih bermakna, dan dapat terkesan dengan baik pada pemahaman peserta didik. Komponen-komponen LKPD meliputi judul eksperimen, data pengamatan, pertanyaan dan kesimpulan untuk bahan diskusi.

LKPD yang baik tentunya memenuhi kriteria syarat didaktik, kontruksi, dan teknis. Guru dan peserta didik yang menggunakan LKPD tentunya dapat sangat terbantu dalam proses kegiatan belajar di kelas, sehingga peserta didik benar-benar terarah dalam penggalian informasi suatu konsep materi.

Depdiknas (2008: 23) menyebutkan bahwa dalam menyiapkan lembar kegiatan peserta didik dapat dilakukan dengan langkah-langkah yaitu analisis kurikulum, menyusun peta konsep, menentukan judul LKPD dan penulisan LKPD.

1) Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dimaksudkan untuk menentukan materi yang memerlukan bahan ajar berupa LKPD. Dalam menentukan materi, berpedoman pada materi pokok, pengalaman belajar dari materi, dan kompetensi yang harus dimiliki peserta didik.

2) Menyusun Peta Kebutuhan LKPD

Menyusun peta kebutuhan LKPD merupakan langkah dalam menyiapkan LKPD berdasarkan jumlah LKPD yang akan ditulis serta urutan dalam pembuatan LKPD. Peta kebutuhan LKPD diperlukan agar persiapan pembuatan LKPD lebih jelas dan matang.

3) Menentukan Judul LKPD

Judul LKPD ditentukan atas dasar KI-KD, materi-materi pokok dan pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum.

4) Penulisan LKPD

Penulisan LKPD dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Menyusun materi, menyesuaikan dengan bahan yang akan diajarkan.
- b) Struktur LKPD memuat judul, KI-KD, tujuan pembelajaran, materi ajar, langkah kerja, data hasil pengamatan, serta tugas yang harus diisi peserta didik.

Mengacu pada uraian di atas, lembar kegiatan peserta didik yang dimaksud dalam penelitian ini adalah panduan peserta didik yang digunakan untuk melakukan kegiatan percobaan sebagai sarana pendukung pelaksanaan rencana pembelajaran yang berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik, yang di dalamnya memuat kompetensi dasar, indikator, tujuan percobaan, daftar alat dan bahan, langkah kerja, pertanyaan-pertanyaan diskusi, tempat untuk menulis, serta kegiatan percobaan berkaitan dengan sistem transportasi makhluk hidup.

#### 4. Model Pembelajaran *Learning Cycle*

*Learning Cycle* merupakan salah satu model pembelajaran yang disarankan dalam Kurikulum 2013, dimana Kurikulum 2013 ini diterapkan pada pembelajaran yang menekankan penerapan pendekatan saintifik dalam seluruh kegiatan belajar peserta didik. Prof Sudarwan (materi PLPG 2013) menjelaskan tentang pendekatan saintifik, bahwa pendekatan ini memiliki ciri-ciri yang menekankan pada pengamatan, penalaran, penemuan, pengabsahan, dan penjelasan tentang suatu kebenaran. Dengan demikian, proses pembelajaran harus dilaksanakan dengan dipandu nilai-nilai, prinsip-prinsip, atau kriteria ilmiah. Proses pembelajaran disebut ilmiah jika memenuhi kriteria seperti berikut ini. (Kemendikbud, 2013: 23)

- a. Substansi atau materi pembelajaran berbasis pada fakta atau fenomena yang dapat dijelaskan dengan logika atau penalaran tertentu; bukan sebatas kira-kira, khayalan, legenda, atau dongeng semata.
- b. Penjelasan pendidik, respon peserta didik, dan interaksi edukatif pendidik-peserta didik terbebas dari prasangka yang serta-merta, pemikiran subjektif, atau penalaran yang menyimpang dari alur berpikir logis.
- c. Mendorong dan menginspirasi peserta didik berpikir secara kritis, analitis, dan tepat dalam mengidentifikasi, memahami, memecahkan masalah, dan mengaplikasikan substansi atau materi pembelajaran.
- d. Mendorong dan menginspirasi peserta didik mampu berpikir hipotetik dalam melihat perbedaan, kesamaan, dan tautan satu sama lain dari substansi atau materi pembelajaran.
- e. Mendorong dan menginspirasi peserta didik mampu memahami, menerapkan, dan mengembangkan pola berpikir yang rasional dan objektif dalam merespon substansi atau materi pembelajaran.
- f. Berbasis pada konsep, teori, dan fakta empiris yang dapat dipertanggung jawabkan.
- g. Tujuan pembelajaran dirumuskan secara sederhana dan jelas, namun menarik sistem penyajiannya.

Berkaitan dengan Kurikulum 2013 yang memiliki beberapa model pembelajaran IPA, *Learning Cycle* (Siklus Belajar) merupakan pembelajaran dengan tahapan yang diatur sedemikian rupa sehingga peserta didik dapat menguasai kompetensi-kompetensi yang harus dicapai dengan ikut berperan aktif. Sebagai sebuah model pembelajaran, siklus belajar dapat membantu guru dalam mengembangkan pemahaman konseptual yang dapat mengakomodasi kesempatan belajar guru dan peserta didik. Siklus belajar dapat dilaksanakan secara luwes dan memenuhi kebutuhan nyata guru dan peserta didik. Dilihat dari dimensi guru penerapan model ini memperluas wawasan dan meningkatkan kreatifitas guru dalam merancang kegiatan pembelajaran. Sedangkan ditinjau dari dimensi peserta didik, penerapan model ini memberikan keuntungan sebagai (1) meningkatkan motivasi belajar karena peserta didik dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran, (2) membantu mengembangkan sikap ilmiah peserta didik, (3) pembelajaran lebih bermakna. (Fajaroh dan Dasna dalam Buku Guru IPA 2013: 95)

Berikut ini dijelaskan salah satu variasi siklus belajar yang dikenal adalah model siklus belajar 5E (*The 5E Learning Cycle*). Model ini meliputi kegiatan *Engagement*, *Exploration*, *Explanation*, *Elaboration*, *Evaluation* (Bybee, 1977: 21)

- a. Tahap pertama (*engagement*) bertujuan mempersiapkan diri peserta didik agar untuk menempuh tahap berikutnya dengan jalan mengeksplorasi pengetahuan awal dan ide-ide mereka serta untuk



mengetahui kemungkinan adanya miskonsepsi pada pembelajaran sebelumnya. Pada tahap *engagement* ini diupayakan dapat dibangkitkan minat dan keingintahuan (*curiosity*) peserta didik dengan topik yang akan dipelajari. Pada tahap ini pula peserta didik diarahkan untuk membuat perkiraan atau prediksi tentang fenomena yang akan dipelajari dan dibuktikan pada tahap eksplorasi.

- b. Pada tahap kedua (*exploration*), peserta didik diberi kesempatan bekerja sama dalam kelompok-kelompok kecil untuk menguji perkiraan atau prediksi, melakukan pengamatan, mencatat hasil serta ide-ide melalui kegiatan-kegiatan seperti praktikum dan telaah literatur.
- c. Pada tahap ketiga (*explanation*), peserta didik difasilitasi oleh guru untuk menjelaskan konsep dengan kalimat mereka sendiri, menunjukkan bukti atas penjelasan mereka melalui diskusi. Pada tahap ini peserta didik diharapkan menemukan istilah-istilah dari konsep yang dipelajari.
- d. Pada tahap keempat (*elaboration/extension*), peserta didik diarahkan untuk menerapkan konsep dan keterampilan dalam situasi baru melalui kegiatan-kegiatan seperti (*problem solving*) dan praktikum lanjutan.
- e. Pada tahap kelima atau akhir (*evaluation*), dilakukan evaluasi terhadap keefektifan tahap-tahap sebelumnya dan evaluasi terhadap hasil belajar atau kompetensi peserta didik melalui *problem solving* pada konteks

baru, atau mendorong peserta didik melakukan penyelidikan lebih lanjut.

Berdasarkan tahapan-tahapan dalam pembelajaran bersiklus seperti telah dipaparkan, diharapkan peserta didik tidak hanya mendengar penjelasan verbal guru tetapi dapat berperan aktif untuk memperoleh pemahaman terhadap konsep-konsep yang dipelajari. Jika dikaitkan dengan pola umum pembelajaran pada kegiatan pendahuluan, inti, dan penutupnya, maka siklus belajar lima tahap (5E) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan belajar

Pola Umum Pembelajaran	Siklus Belajar 5E
Kegiatan Awal	<i>Engangement</i>
Kegiatan Inti	<i>Exploration</i> <i>Explanation</i> <i>Elaboration</i>
Kegiatan Penutup	<i>Evaluation</i>

(Buku Guru IPA, 2013: 97)

Berikut beberapa contoh kegiatan yang dapat dilakukan dalam pembelajaran

IPA dengan model siklus belajar 5E pada Tabel 2.

Tabel 2. Kegiatan pada *The 5E Learning Cycle Model*

Tahapan	Contoh Kegiatan
1. <i>Engangement</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menunjukkan objek, peristiwa atau mengajukan pertanyaan untuk memotivasi peserta didik.</li> <li>- Guru menghubungkan pengetahuan awal peserta didik dengan pengetahuan/kegiatan yang akan dipelajari dan yang akan dilakukan peserta didik.</li> <li>- Guru membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik dengan pertanyaan terbuka, demonstrasi atau penyajian masalah.</li> <li>- Guru meminta peserta didik untuk mengajukan pertanyaan berdasarkan demonstrasi yang dilakukan.</li> <li>- Guru meminta peserta didik untuk mengemukakan apa</li> </ul>

	yang dipikirkan.
2. <i>Exploration</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peserta didik mengeksplorasi objek dan fenomena yang ditunjukkan secara kongkrit.</li> <li>- Peserta didik melakukan aktivitas <i>hands-on</i> (praktikum) dengan bimbingan guru.</li> <li>- Guru mendorong peserta didik untuk berinteraksi baik dengan media atau peserta didik lain dalam diskusi.</li> <li>- Guru mengajukan pertanyaan bimbingan untuk membantu peserta didik dalam melakukan eksperimen/penyelidikan.</li> <li>- Guru memberi waktu pada peserta didik untuk memecahkan masalah.</li> </ul>
3. <i>Explanation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peserta didik menjelaskan pemahamannya tentang konsep dan proses yang terjadi pada aktivitas <i>hands-on</i></li> <li>- Guru memperkenalkan konsep dan keterampilan baru serta meluruskan konsep/keterampilan peserta didik yang keliru.</li> <li>- Guru mendorong peserta didik untuk menggunakan pengalaman belajar yang diperolehnya dalam tahap <i>engagement</i> dan <i>exploration</i> dalam membuat penjelasan.</li> <li>- Guru mengajukan pertanyaan untuk membantu peserta didik mengekspresikan pemahaman dan penjelasan peserta didik.</li> <li>- Guru meminta peserta didik untuk menunjukkan fakta atau data pada peserta didik memberikan penjelasan.</li> <li>- Guru memberi waktu pada peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan gagasan peserta didik lain dan jika mungkin memperbaikinya.</li> <li>- Guru mengenalkan konsep baru dan penjelasan alternatif setelah peserta didik mengekspresikan gagasannya.</li> </ul>
4. <i>Elaboration</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peserta didik mengaplikasikan konsep baru dalam konteks lain untuk mengembangkan pemahaman dan keterampilannya.</li> <li>- Guru memfokuskan peserta didik pada hubungan konseptual antara pengalaman baru dengan pengetahuan awal peserta didik.</li> <li>- Guru mendorong peserta didik untuk menggunakan apa yang telah dipelajari untuk menjelaskan gagasan baru.</li> <li>- Guru memberi penguatan pada peserta didik untuk</li> </ul>

	<p>menggunakan istilah dan penjelasan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru mengajukan pertanyaan untuk membantu peserta didik mengemukakan kesimpulan dan alasannya berdasarkan fakta dan data.</li> </ul>
5. <i>Evaluation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menilai pengetahuan, keterampilan dan kemampuan peserta didik. Kegiatan guru memberikan kemungkinan untuk mengevaluasi kemampuan peserta didik dan efektivitas pembelajaran.</li> <li>- Guru mengamati dan merekam kegiatan belajar dan pemahaman peserta didik.</li> <li>- Guru memberi waktu pada peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan peserta didik lain untuk memperbaiki cara berpikirnya.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru mewawancarai peserta didik untuk menilai kemajuan belajar peserta didik.</li> <li>- Guru menilai kemajuan belajar peserta didik</li> <li>- Guru mengajak peserta didik untuk melakukan refleksi pembelajaran.</li> </ul>

Diadaptasi dari Bybee, dkk 1989 dalam Zubaidah

Dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Learning Cycle* merupakan model pembelajaran yang terdapat dalam kurikulum 2013 dan mencakup 5 fase yaitu *Engagement* merupakan tahap pembangkitan minat peserta didik dengan mengajukan beberapa pertanyaan atau fakta menarik tentang materi terkait, *Exploration* merupakan tahap penyelidikan melalui diskusi kelompok maupun percobaan untuk menemukan pemecahan masalah, *Explanation* merupakan tahap penjelasan konsep menggunakan kalimat sendiri berdasarkan hasil diskusi ataupun percobaan, *Elaboration* merupakan tahap pengembangan konsep IPA yang kemudian diterapkan pada situasi baru sehingga memperdalam pemahaman peserta didik, dan *Evaluation* merupakan

tahap penilaian untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta didik dalam keberhasilan penerapan model pembelajaran.

#### 5. Karakteristik Peserta Didik

Dalam UU No 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional pada pasal 3, menyebutkan bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk karakter serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa. Pendidikan nasional bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Menurut Fatimah (2008: 12) setiap individu dikatakan sebagai peserta didik apabila telah memasuki usia sekolah, antara lain:

1. Usia 4-6 tahun (pendidikan di taman kanak-kanak).
2. Usia 6/7-12/13 tahun (pendidikan di sekolah dasar).
3. Usia 12/13-15/16 tahun (pendidikan di SMP).
4. Usia 16-19 tahun (pendidikan di SLTA).

Menurut Piaget dalam Ali (2009: 33) tahap perkembangan kognitif terdiri dari empat tahap yaitu:

1. Tahap sensorik-motorik pada usia sejak lahir sampai usia 2 tahun,
2. Tahap pra-operasional pada usia 2 sampai 7 tahun,
3. Tahap konkret-operasional pada usia 7 sampai 11 tahun, dan

4. Tahap operasional formal pada usia 11 tahun ke atas.

Menurut Desmita (2009: 36) anak usia Sekolah Menengah Pertama (SMP) berada pada tahap perkembangan pubertas (10-14 tahun) dan ada beberapa karakteristik siswa usia Sekolah Menengah Pertama (SMP) antara lain:

1. Terjadi ketidakseimbangan proporsi tinggi dan berat badan.
2. Mulai timbulnya ciri-ciri seks sekunder.
3. Kecenderungan ambivalensi, serta keinginan menyendiri dengan keinginan bergaul, serta keinginan untuk bebas dari dominasi dengan kebutuhan bimbingan dan bantuan dari orangtua.
4. Senang membandingkan kaedah-kaedah, nilai-nilai etika atau norma dengan kenyataan yang terjadi dalam kehidupan orang dewasa.
5. Mulai mempertanyakan secara skeptis mengenai eksistensi dan sifat kemurahan dan keadilan Tuhan.
6. Reaksi dan ekspresi emosi masih labil.
7. Mulai mengembangkan standar dan harapan terhadap perilaku diri sendiri yang sesuai dengan dunia sosial.
8. Kecenderungan minat dan pilihan karir relatif sudah lebih jelas.

Menurut Yusuf (2000: 26) masa usia sekolah menengah bertepatan dengan masa remaja. Masa remaja merupakan masa yang banyak menarik perhatian karena sifat-sifat khas yang dimiliki dan perannya yang menentukan dalam kehidupan individu dalam masyarakat orang dewasa. Masa ini dapat diperincikan lagi menjadi beberapa masa, yaitu sebagai berikut:

1. Masa Praremaja (Remaja Awal).

Masa praremaja biasa berlangsung hanya dalam waktu relatif singkat. Masa ini ditandai oleh sifat-sifat negatif pada remaja sehingga seringkali masa ini disebut masa negatif dengan gejala seperti tidak tenang, kurang suka bekerja, pesimistik, dan sebagainya. Secara garis besar sifat-sifat negatif tersebut dapat diringkas, yaitu a) negatif dalam prestasi, baik prestasi jasmani maupun prestasi mental; dan b) negatif dalam sikap sosial, baik dalam bentuk menarik diri dalam masyarakat (negatif pasif) maupun dalam bentuk agresif terhadap masyarakat (negatif aktif).

2. Masa Remaja (Remaja Madya).

Pada masa ini mulai tumbuh dalam diri remaja dorongan untuk hidup, kebutuhan akan adanya teman yang dapat memahami dan menolong, teman yang dapat turut merasakan suka dan duka. Pada masa ini, sebagai masa mencari sesuatu yang dapat dipandang bernilai, pantas dijunjung tinggi, dan dipuja-puja sehingga masa ini disebut masa merindu puja (mendewadewakan), yaitu sebagai gejala remaja. Proses terbentuknya pendirian atau pandangan hidup atau cita-cita hidup itu dapat dipandang sebagai penemuan nilai-nilai kehidupan. Proses penemuan nilai-nilai kehidupan tersebut adalah pertama, karena tiadanya pedoman, remaja merindukan sesuatu yang dianggap bernilai, pantas dipuja walaupun sesuatu yang dipuja belum mempunyai bentuk tertentu, bahkan seringkali remaja hanya mengetahui bahwa dia menginginkan sesuatu tetapi tidak mengetahui apa yang

diinginkan. Kedua, objek pemujaan itu telah menjadi lebih jelas, yaitu pribadi-pribadi yang dipandang mendukung nilai-nilai tertentu. Pada anak laki-laki sering aktif meniru, sedangkan pada anak perempuan kebanyakan pasif, mengagumi, dan memuja dalam khayalan.

### 3. Masa Remaja Akhir.

Setelah dapat menentukan pendirian hidup, pada dasarnya telah tercapailah masa remaja akhir dan telah terpenuhilah tugas-tugas perkembangan masa remaja, yaitu menemukan pendirian hidup dan masuklah individu ke dalam masa dewasa.

Dapat disimpulkan bahwa Siswa SMP berada pada tahap perkembangan pubertas yaitu pada umur 10-14 tahun. Pada tahap ini siswa cenderung mempunyai karakter ingin bebas dari bimbingan/pengawasan orang tua, emosi masih labil, pada laki-laki sering aktif meniru sedangkan pada anak perempuan kebanyakan pasif, mengagumi dan memuja dalam khayalan, dan mulai mengembangkan harapan terhadap perilaku diri sendiri yang sesuai dengan dunia sosial, serta cenderung ambivalensi atau bisa dikatakan perasaan tidak sadar yang saling bertentangan terhadap situasi.

### 6. Pemahaman Peserta Didik

Pemahaman dapat diartikan sebagai proses, perbuatan, ataupun cara memahami atau memahamkan. Menurut Nuryani (2005: 156), pemahaman merupakan kemampuan mengkonstruksi makna berdasarkan pengetahuan awal yang dimiliki, atau mengintegrasikan pengetahuan yang baru ke dalam skema



yang telah ada dalam pemikiran peserta didik. Selain itu, menurut Suharsimi Arikunto (2012: 131) dengan pemahaman, peserta didik diminta untuk membuktikan bahwa ia memahami hubungan yang sederhana di antara fakta-fakta atau konsep. Menurut Anderson (1956: 67) terdapat 7 indikator yang dapat dikembangkan dalam tingkatan proses kognitif pemahaman (*understand*), seperti pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Kategori dan Proses Kognitif Pemahaman

<i>Categories &amp; Cognitive Processes</i>	<i>Alternative names</i>	<i>Definition</i>
<b><i>Understand</i></b>	<i>Construct meaning from instructional messages, including oral, written, and graphic communication</i>	
<i>interpreting</i>	<i>Clarifying Paraphrasing Representing Translating</i>	<i>Changing from one form of representation to another</i>
<i>exemplifying</i>	<i>Illustrating</i>	<i>Finding a specific example or illustration of a concept or principle</i>
<i>classifying</i>	<i>Categorizing Subsuming</i>	<i>Determining that something belongs to a category</i>
<i>summarizing</i>	<i>Abstracting Generalizing</i>	<i>Abstracting a general theme or major point(s)</i>
<i>Inferring</i>	<i>Concluding Extrapolating Interpolating Predicting</i>	<i>Drawing a logical conclusion from presented information</i>
<i>comparing</i>	<i>Contrasting Mapping Matchin</i>	<i>Detecting correspondence between two ideas, objects, and the like</i>
<i>explaining</i>	<i>Constructing models</i>	<i>Constructing a cause and effect model of a system</i>

Sumber: Anderson (1956: 67)

Nuryani (2005: 37-38) menyatakan bahwa kata kegiatan operasional untuk tujuan pembelajaran khusus (TPK) dari jenjang C2 (memahami) adalah:

- 1) Mengubah
- 2) Mempertahankan
- 3) Membedakan
- 4) Memperkirakan
- 5) Menjelaskan
- 6) Menyatakan secara luas
- 7) Menarik kesimpulan umum
- 8) Memberi contoh
- 9) Menarik kesimpulan
- 10) Melukiskan dengan kata- kata sendiri
- 11) Meramalkan
- 12) Menuliskan kembali
- 13) Meringkas

Konsep adalah kategori-kategori yang mengelompokkan objek, kejadian, dan karakteristik berdasarkan properti umum. Konsep adalah elemen dari kognisi yang membantu menyederhanakan dan meringkas informasi (Santrock, 2008: 352). Konsep merupakan suatu abstraksi yang menggambarkan ciri-ciri, karakter atau atribut yang sama dari sekelompok objek dari suatu fakta, baik merupakan suatu proses, peristiwa, benda atau fenomena di alam yang membedakannya dari kelompok lainnya (Nuryani,2005: 51). Menurut Ratna (1988: 95), konsep-konsep merupakan kategorikategori yang diberikan pada stimulus-stimulus yang ada di

lingkungan. Konsep-konsep menyediakan skema-skema terorganisasi untuk meleburkan/ menyesuaikan stimulus-stimulus baru, dan untuk menentukan hubungan di dalam dan di antara kategori-kategori. Konsep-konsep merupakan batu-batu pembangun (*building blocks*) berpikir. Konsep – konsep merupakan dasar bagi proses-proses mental yang lebih tinggi untuk merumuskan prinsip-prinsip dan generalisasi-generalisasi. Konsep-konsep merupakan penyajian-penyajian internal dari sekelompok stimulusstimulus, konsep-konsep tidak dapat diamati melainkan harus disimpulkan dari perilaku.

Dari beberapa pendapat mengenai pemahaman dan konsep di atas, dapat disimpulkan bahwa pemahaman konsep merupakan kemampuan untuk membangun makna dari pengetahuan awal yang dimiliki mengenai suatu elemen yang menggambarkan ciri-ciri atau karakter dari suatu benda atau fenomena alam yang membedakan dengan kelompok lainnya. Pemahaman konsep peserta didik dapat diukur melalui suatu proses pembelajaran. Untuk mengukur pemahaman konsep peserta didik, mengacu pada kategori pemahaman menurut Bloom yang meliputi:

- a. Menafsirkan (*interpreting*), mengubah data hasil percobaan ke dalam suatu penjelasan tertulis.
- b. Memberikan contoh (*exemplifying*), menemukan contoh dari materi yang dipelajari.

- c. Mengklasifikasikan (*classifying*), mengelompokkan perubahan materi ke dalam perubahan kimia dan perubahan fisika.
- d. Meringkas (*summarizing*), mengambil inti sari dari proses belajar yang dilakukan.
- e. Menarik inferensi (*infering*), penggambaran kesimpulan logis dari informasi yang disajikan.
- f. Membandingkan (*comparing*), mencari hubungan antara dua ide, objek atau hal-hal serupa.
- g. Menjelaskan (*explaining*), membangun model sebab akibat dari peristiwa yang dijumpai.

#### 7. Materi Pembelajaran “Sistem Transportasi Makhluk Hidup”

Materi pembelajaran IPA pada tema “Sistem Transportasi Makhluk Hidup” merupakan kajian dalam IPA yang meliputi system transportasi pada tumbuhan, darah, organ peredaran darah, dan system pernapasan pada manusia. Kajian ini mengacu pada kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) sesuai dengan Kurikulum 2013. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar pada penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Sistem Trasportasi

KI	KD
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya.</li> <li>2. Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri, dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya.</li> <li>3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata.</li> <li>4. Mengolah, menyaji dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang aspek fisik dan kimiawi, kehidupan dalam ekosistem dan peranan pada manusia dalam lingkungan serta mewujudkannya dalam pengamalan ajaran agama yang dianutnya.</li> <li>2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, objektif, jujur, teliti, cermat, tekun, hati-hati, bertanggung jawab, terbuka, kritis, kreatif, inofatif, dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari.</li> <li>2.2 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.</li> <li>3.8 Memahami tekanan pada zat cair dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari untuk menjelaskan tekanan darah, difusi pada peristiwa respirasi, dan tekanan osmosis.</li> <li>4.8 Melakukan percobaan untuk menyelidiki tekanan cairan pada kedalaman tertentu, gaya apung, kapilaritas (menyelidiki transport cairan dalam batang tumbuhan) dan tekanan cairan pada ruang tertutup.</li> </ol>

#### A. Sistem Transportasi pada Tumbuhan

Air merupakan sumber kehidupan bagi seluruh makhluk hidup. Air mempunyai peran sangat penting karena merupakan bahan pelarut bagi sebagian besar reaksi dalam tubuh makhluk hidup. Air juga digunakan sebagai medium enzimatis. Air sangat penting bagi tumbuhan. 30% sampai 90% berat tumbuhan tersusun atas air. Tumbuhan menggunakan air pada proses fotosintesis. Mineral-mineral yang diserap oleh akar juga harus terlarut dalam air.

Transportasi pada tumbuhan adalah proses pengambilan dan pengeluaran zat-zat keseluruhan tubuh tumbuhan. Pada tumbuhan tingkat rendah (misalnya, ganggang) penyerapan air dan zat hara yang terlarut di dalamnya dilakukan melalui seluruh bagian tubuh. Pada tumbuhan tingkat tinggi (misalnya, *spermatophyta*), proses pengangkutan dilakukan oleh pembuluh pengangkut yang terdiri atas *xylem* dan *floem*. Tumbuhan memperoleh bahan untuk hidup berupa  $O_2$ ,  $CO_2$ , dan unsure hara. Gas  $O_2$  dan  $CO_2$  zat diserap dalam bentuk larutan ion. Mekanisme proses penyerapan dapat berlangsung karena adanya imbisi, difusi, osmosis, dan transpor aktif.

Adapun proses-proses yang berlangsung saat pengangkutan atau transportasi adalah sebagai berikut.

1. *Imbisi* adalah penyusutan atau perserapan air ke dalam ruangan antar dinding sel sehingga dinding selnya akan mengembang. Contohnya, masuknya air pada biji saat berkecambah dan biji kacang yang direndam dalam air beberapa jam.
2. *Difusi* adalah gerak menyebarnya molekul dari daerah konsentrasi tinggi (hipertonik) ke konsentrasi rendah (hipotonik). Contohnya, pengambilan  $O_2$  dan pengeluaran  $CO_2$  saat pernapasan dan penyebaran setetes tinta dalam air.
3. *Osmosis* adalah proses perpindahan air dari daerah yang berkonsentrasi rendah (hipotonik) ke daerah yang berkonsentrasi tinggi (hipertonik) melalui *membran semipermeabel*. Membran semipermeabel adalah selaput pemisah yang hanya bisa ditembus oleh air dan zat tertentu yang larut di dalamnya. Keadaan tegang yang timbul antara dinding sel dengan dinding isi sel karena menyerap air disebut *turgor*, sedangkan tekanan yang ditimbulkan disebut *tekanan turgor*. Sel tumbuhan bersifat selektif semipermeabel dan setiap sel hidup merupakan sistem osmotik. Jika sel ditempatkan dalam larutan yang lebih pekat (hipertonik) terhadap cairan sel, air dalam sel akan terisap keluar sehingga menyebabkan sel mengerut. Peristiwa ini disebut *plasmolisis*.
4. *Transpor aktif* adalah pengangkutan lintas membrane dengan energy ATP, melibatkan pertukaran ion  $Na^+$  dan  $K^+$  (pompa ion) serta protein

kontraspor yang akan mengangkut ion  $\text{Na}^+$  bersama molekul lain seperti asam amino dan gula. Arahnya dari daerah berkonsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Missal, perpindahan air dari korteks ke *stele*.

Transportasi atau pengangkutan pada tumbuhan dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengangkutan ekstravaskuler dan pengangkutan vaskuler atau intravaskuler. Pengangkutan ekstravaskuler adalah pengangkutan air dan garam mineral di luar berkas pembuluh pengangkut. Pengangkutan vaskuler atau intravaskuler merupakan pengangkutan melalui berkas pembuluh pangangkut, yakni *xylem* dan *floem*.

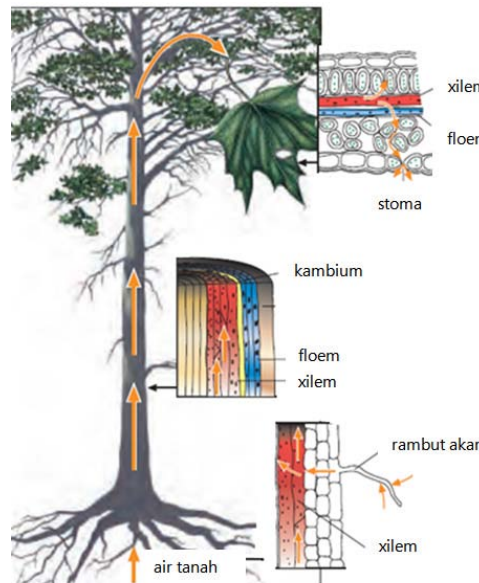
Pengangkutan ekstravaskuler berjalan dari sel ke sel dan biasanya dengan arah horizontal. Di dalam akar pengangkutan ini melalui bulu akar, epidermis, korteks, endodermis, dan *xylem*. Pengangkutan ekstravaskuler dapat pula dibedakan menjadi

- 1) *transportasi apoplas*, yakni menyusupnya air tanah secara bebas atau transpor pasif melalui semua bagian tak hidup dari tumbuhan (dinding sel dan ruang antar sel);
- 2) *transportasi simplas*, yakni Bergeraknya air dan garam mineral melalui bagian hidup dari sel tumbuhan (sitoplasma dan vakuola).

Pengangkutan vaskuler atau intravaskuler berlangsung melalui berkas pembuluh. Berkas pembuluh ialah *xylem*. *Xylem* memiliki dua fungsi dalam tanaman. Fungsi yang pertama ialah untuk mengangkut air dan mineral-mineral dari dalam tanah ke batang dan juga daun-daun.



Fungsi yang kedua ialah untuk menyangga tanaman itu sehingga ia tidak mudah jatuh atau roboh. Untuk lebih jelasnya pergerakan air dalam tumbuhan oleh *xylem* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pergerakan Air dan Nutrisi pada Tanaman  
Sumber: Parravano, dkk. 2006

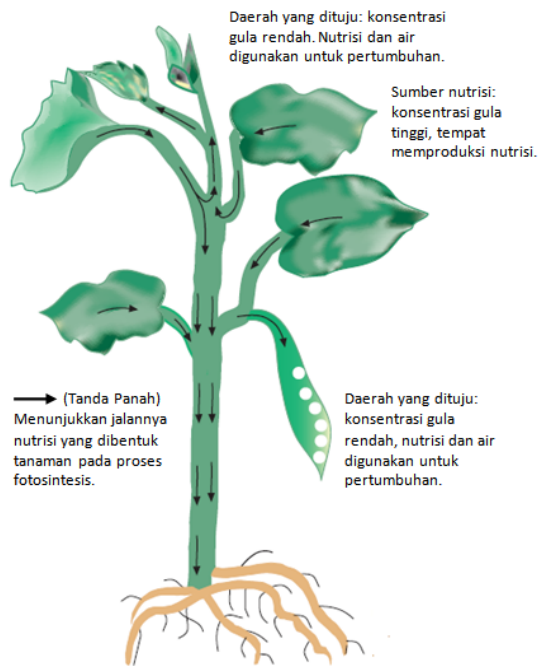
*Xylem* tersusun atas *trakea* dan *trakeid*. Sel *trakea* terdiri atas tabung yang berdinding tebal dan membentuk suatu pembuluh. Sel *trakeid* merupakan sel dasar penyusun *xylem* yang terdiri atas sel memanjang dan berdinding keras karena mengandung lignin. Pada beberapa tempat dinding sel *trakeid*, terdapat bagian-bagian yang tidak menebal yang disebut *noktah*. *Trakea* dan *trakeid* merupakan sel-sel yang mati karena tidak mempunyai sitoplasma dan hanya mempunyai dinding sel. Selain *trakea* dan *trakeid*, *xylem* juga mengandung sel parenkim

(parenkim kayu) yang merupakan sel hidup dan berfungsi untuk menyimpan bahan makanan. *Xylem* juga mengandung serabut kayu yang berfungsi sebagai penguat (penyokong). Proses pengangkutan air dan zat-zat terlarut hingga sampai ke daun pada tumbuhan dipengaruhi oleh beberapa hal, yakni, daya kapilaritas, daya tekan air, daya hisap daun, dan konsentrasi zat terlarut di dalam tanah.

Daya kapilaritas terkait dengan pembuluh *xylem* yang terdapat pada tumbuhan yang dianggap sebagai pipa kapiler. Air akan naik melalui pembuluh kayu sebagai akibat dari gaya adhesi antara dinding pembuluh kayu dengan molekul air. Daya tekan akan dipengaruhi besar kecil dan tinggi rendahnya tumbuhan (0,7-2,0 atm). Bukti adanya tekanan akar adalah pada batang yang dipotong, maka air tampak menggenang di permukaan tunggakunya. Daya hisap daun disebabkan adanya penguapan (transpirasi) air dari daun yang besarnya berbanding lurus dengan luas bidang penguapan (intensitas penguapan). Konsentrasi zat terlarut di dalam tanah berprinsip semakin banyak jumlah konsentrasi zat yang terlarut di dalam tanah, semakin banyak pula zat-zat terlarut tersebut diserap oleh tumbuhan.

Berkas pembuluh yang kedua yaitu *floem*. *Floem* mengangkut gula sukrosa dan asam amino dari organ-organ tumbuhan yang berwarna hijau, terutama daun, ke bagian-bagian lain dalam tumbuhan. Berbeda dari *xylem*, *floem* memiliki sel-sel yang bernama *sieve tube sel*. Transportasi

gula sukrosa dan asam amino dapat dilakukan melalui difusi dan transpor aktif dari sel ke sel dalam *floem*. Oleh karena itu, makanan-makanan ini dapat menjangkau organ-organ tanaman dalam waktu yang sangat singkat agar mereka bisa melakukan respirasi dan berkembang. Penyerapan air dari dalam tanah ke bagian atas tumbuhan memiliki arti bahwa tanaman tersebut harus melawan gaya gravitasi bumi yang selalu mengakibatkan benda jatuh ke bawah. Akan tetapi, tanaman berhasil melakukan hal itu. Kuncinya ialah tanaman-tanaman ini menggunakan tekanan akar, tenaga kapilari, dan tarikan transpirasi. Air dan zat terlarut yang diserap akar diangkut menuju daun akan dipergunakan sebagai bahan fotosintesis yang hasilnya berupa zat gula/amilum/pati. Pengangkutan hasil fotosintesis berupa larutan melalui floem secara vaskuler ke seluruh bagian tubuh disebut *translokasi*. Perhatikan Gambar 2 untuk lebih memahaminya.



Sumber: Parravano, dkk. 2006  
Gambar 2. Transportasi Nutrisi pada Tumbuhan

Pembuktian bahwa pengangkutan hasil fotosintesis melewati *floem* dapat dilihat dari proses pencangkakan. Batang yang telah kehilangan kulit (*floem*) mengalami hambatan pengangkutan akibat terjadinya timbunan makanan yang dapat memacu munculnya akar apabila bagian batang yang terkelupas kulitnya tertutup tanah yang selalu basah. Pada umumnya jaringan *floem* tersusun oleh lima komponen, yaitu buluh tapis, sel pengiring, parenkim floem, sklereid, dan serabut floem. (Agustiana, 2014: 90-94)

## B. Sistem Transportasi pada Manusia

Sistem peredaran darah (transportasi) pada manusia tersusun atas tiga komponen utama, yakni jantung, pembuluh darah, dan darah. Selain peredaran darah, manusia memiliki peredaran getah bening atau limfa yang mengalir di dalam pembuluh getah bening atau pembuluh limfa.

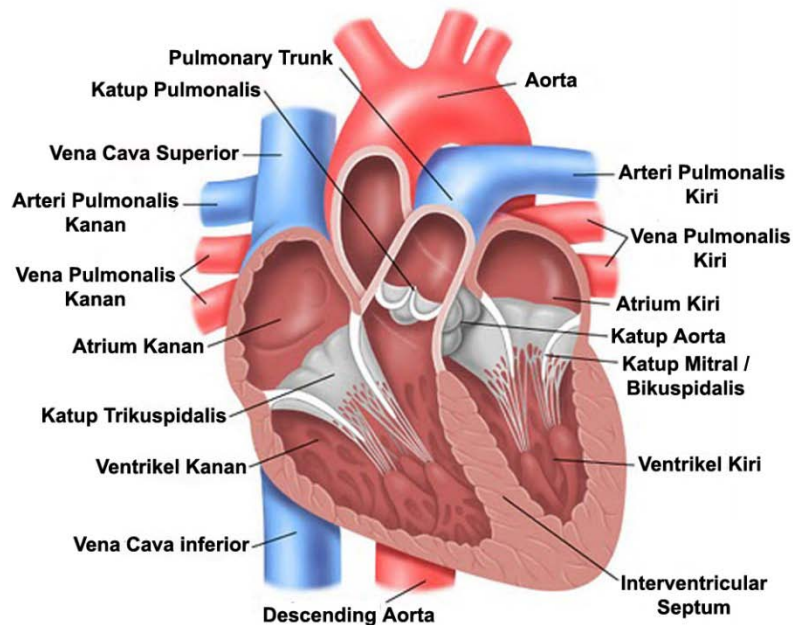
### **Jantung Sebagai Komponen Utama dalam Sistem Peredaran Darah Manusia**

Brum, et al. (1994: 594) dalam Agustina mengungkapkan bahwa jantung manusia dan mamalia lainnya memiliki empat ruangan, yakni serambi kiri (atrium sinister), serambi kanan (atrium dekster), bilik kiri (ventrikel sinister), dan bilik kanan (ventrikel dekster). Jantung berfungsi memompakan darah. Bagian luar jantung terbungkus oleh suatu selaput yang disebut pericardium. Bagian jantung dapat dilihat pada Gambar 5.

Dinding atrium lebih tipis daripada dinding ventrikel. Adapun dinding ventrikel kiri lebih tebal daripada ventrikel kanan. Hal ini disebabkan ventrikel kiri dan atrium kanan dipisahkan oleh sekat yang memisahkan ventrikel kiri dan atrium kanan dipisahkan oleh sekat yang disebut *septum atriorum*, sedangkan sekat yang memisahkan ventrikel kiri dan kanan dinamakan *septum interventrikularis*. Pada fase embrio, sekat antara atrium belum tertutup secara sempurna sehingga terdapat lubang yang dinamakan *foramen ovale*. Sekat pemisah antara atrium dan ventrikel dinamakan *septum atrioventrikularis*.

Jantung memiliki katup katup yang dinamakan *valvula*. Katup jantung yang berada di antara atrium kanan dan ventrikel kanan dinamakan *valvula trikuspidalis*. Sementara itu, katup antara atrium kiri dan ventrikel kiri dinamakan *valvula bikuspidalis*. Fungsi katup jantung ialah untuk menjaga darah dalam jantung agar tidak kembali ke tempat semula. Pada aorta, terdapat katup yang dinamakan *valvula semilunaris*. Katup jantung dihubungkan dengan otot jantung oleh satu jaringan ikat yang dinamakan *korda tendinae*.

Vena kava superior dan vena kava inferior mengalirkan darah ke atrium dekstra yang datang dari seluruh tubuh. Arteri pulmonalis membawa darah dari ventrikel dekstra masuk ke paru-paru (*pulmo*), antara ventrikel sinistra dan arteri pulmonalis terdapat katup *valvula semilunaris* arteri pulmonalis. Vena pulmonalis membawa darah dari paru-paru masuk ke atrium sinistra. Aorta membawa darah dari ventrikel sinistra ke seluruh tubuh, pada batas antara ventrikel sinistra dan aorta terdapat sebuah katup *valvula semilunaris* aorta. (Agustina, 2014: 255)



Gambar 5. Struktur Jantung Manusia  
Sumber: Reece, dkk.

#### a. Denyut Jantung

Denyut jantung terjadi secara spontan. Gerakan-gerakan otot jantung menghasilkan detak atau denyut jantung. Dinding jantung terdiri atas tiga bagian, dari luar ke dalam, yakni *epikardium*, *miokardium*, dan *endokardium*. Saraf yang mempengaruhi kerja jantung ialah saraf kembara (*nervus vagus*). Pembuluh darah yang memberi makan sel-sel jantung ialah *arteri koronaria*.

Jika jantung dikeluarkan dari tubuh, kontraksi jantung bersifat *termolabil*, artinya kontraksi jantung dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Pada suhu tinggi, kontraksi otot jantung cepat, sedangkan jika suhu rendah, kontraksi otot jantung lambat. Jantung vertebrata

mempunyai pacu jantung yang disebut *simpul SA (sinoaurikularis)*. Simpul SA terletak di sekitar pertemuan *vena cava superior* dan *vena cava inferior*. Impuls dari simpul SA akan dirumuskan pada *simpul AV (atrioventrikularis)*. Simpul AV berada pada pertemuan septum atrioventrikularis dengan septum interventrikularis. Impuls dari simpul AV ditebarkan ke seluruh tubuh ventrikel oleh *serat purkinje*.

Dengan demikian, kedua ventrikel itu berdenyut atau berkontraksi secara bersama-sama. Setiap detak jantung menghasilkan tekanan yang mendesak ke arteri. Desakan ini dapat dirasakan pada arteri di pergelangan tangan dan leher.

#### **b. Tekanan Darah**

Darah yang dipompa keluar dari jantung memiliki kekuatan dan kecepatan mengalir tertentu. Kekuatan tersebut disebut *tekanan darah*. Tekanan darah dapat diukur dengan menggunakan alat tensimeter. Tekanan yang dapat diukur ialah tekanan sistol dan diastol.

Jika atrium jantung menguncup, ventrikel jantung mengembang dan darah akan mengalir dari atrium ke dalam ventrikel. Pada keadaan tersebut, ventrikel mengendor maksimum dan ruang atrium berkontraksi maksimum. Peristiwa tersebut disebut *diastol*. Secara sederhana, tekanan diastol merupakan tekanan darah masuk jantung. Ketika diastol, otot jantung dalam keadaan relaksasi.



Sesudah darah masuk ke dalam ventrikel, rangsangan yang melalui berkas Hiss terputus sebentar, kurang lebih sepersepuluh detik. Keadaan tersebut digunakan oleh otot jantung untuk beristirahat. Selanjutnya, ventrikel kiri berkontraksi, darah dipompa dari ventrikel kiri ke atrium kiri. Darah dari atrium kiri akan dialirkan ke seluruh tubuh. Tekanan darah pada keadaan tersebut disebut tekanan *sistol*. Pada keadaan *sistol*, otot jantung berkontraksi. Pada umumnya, tekanan darah orang yang normal dan sehat ialah 120/80 mm Hg. Angka 120 merupakan tekanan *sistol* dan angka 80 merupakan tekanan *diastol*.

### **Pembuluh Darah Sebagai Komponen Utama dalam Sistem Peredaran Darah Manusia**

Darah dari jantung akan mengalir melalui pembuluh-pembuluh darah. Guttman (1999: 935-954) dalam Agustiana mengungkapkan bahwa pembuluh darah dibedakan menjadi pembuluh nadi (arteri), pembuluh balik (vena), dan pembuluh kapiler.

#### **a. Pembuluh Nadi (Arteri)**

Pembuluh nadi merupakan pembuluh darah yang keluar dari jantung yang membawa darah ke seluruh bagian dan alat tubuh. Pembuluh darah arteri yang keluar dari ventrikel sinistra disebut aorta. Arteri ini mempunyai dinding yang kuat dan tebal tetapi sifatnya elastis dan terdiri atas tiga lapisan, yaitu sebagai berikut.

- 1) *tunika intima/interna*, yakni lapisan yang paling dalam sekali yang berhubungan dengan darah dan terdiri atas jaringan endotel;
- 2) *tunika media*, yakni lapisan tengah yang terdiri atas jaringan otot yang sifatnya elastis dan termasuk otot polos;
- 3) *tunika eksterna/adventisia*, yaitu lapisan yang paling luar sekali, terdiri atas jaringan ikat gembur yang berguna menguatkan dinding arteri.

Arteri yang paling besar di dalam tubuh ialah aorta dan arteri pulmonalis. Garis tengahnya kira-kira 1-3 cm. Arteri ini mempunyai cabang-cabang ke seluruh tubuh yang disebut *arteriola* yang akhirnya akan menjadi pembuluh darah rambut kapiler (kapiler).

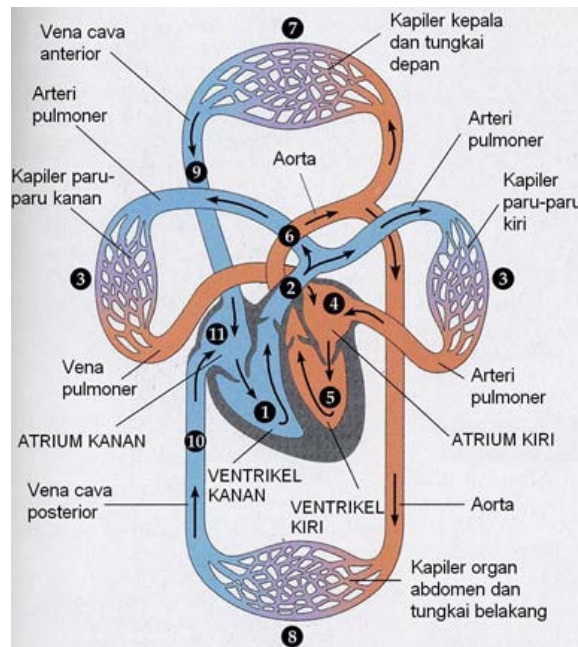
Pembuluh nadi yang menuju ke seluruh tubuh dinamakan pembuluh nadi besar (aorta). Pembuluh ini keluar dari ventrikel kiri membawa darah yang banyak mengandung oksigen. Sementara itu, pembuluh nadi yang menuju paru-paru dinamakan *arteri pulmonalis*. Pembuluh ini membawa darah yang banyak mengandung karbon dioksida.

Ketika ventrikel kiri berkontraksi, darah dipompakan melalui aorta yang membentuk lengkung aorta. Pada lengkung aorta, terdapat dua pembuluh darah yang menuju kepala (*arteri karotid*), dua pembuluh darah yang menuju ke lengan kiri dan kanan (*arteri subklavia*), dan pembuluh darah yang menuju tubuh bagian bawah (*aorta dorsalis*). Aorta dorsalis mengadakan percabangan lagi, yakni pembuluh darah

yang menuju ginjal (*arteri renalis*), pembuluh darah yang menuju usus (*arteri mesentrika*), pembuluh darah yang menuju hati (*arteri hepatica*), dan pembuluh darah yang menuju paha (*arteri femoralis*).

Arteri mendapat darah dari darah yang mengalir di dalamnya, tetapi hanya untuk *tunika intima*, sedangkan untuk lapisan lainnya mendapat darah dari pembuluh darah yang disebut *vasa vasorum*.

Bagaimanakah proses sirkulasi darah menuju seluruh bagian tubuh dan paru-paru? Perhatikan Gambar 4.



Gambar 4. Peredaran Darah Besar dan Kecil  
Sumber: Reece, dkk. 1999

## b. Pembuluh Balik (Vena)

Merupakan pembuluh darah yang membawa darah dari bagian/alat-alat tubuh masuk ke dalam jantung. Pembuluh balik (vena) terdiri atas tiga lapisan seperti pada arteri. Lapisan dalam merupakan *endothelium*. Lapisan tengah tersusun atas otot polos, sedangkan lapisan luar tersusun atas jaringan ikat fibrosa. Vena memiliki katup sehingga darah dapat menuju jantung. Katup-katup pada vena kebanyakan terdiri atas dua kelompok yang gunanya untuk mencegah darah agar tidak kembali lagi. Vena dibedakan menjadi *vena cava superior*, *vena cava inferior*, dan *vena pulmonalis*. Vena cava superior dan vena cava inferior membawa darah yang banyak mengandung karbon dioksida dari tubuh bagian bawah. Sementara itu, vena pulmonalis membawa darah yang banyak mengandung oksigen dari paru-paru menuju jantung (atrium kiri). Vena-vena ini juga mempunyai cabang-cabang yang lebih kecil yang disebut *venolus* yang selanjutnya menjadi kapiler.

Tabel 6. Perbedaan Pembuluh Nadi (Arteri) dan Pembuluh Balik (Vena)

No.	Keadaan	Arteri	Vena
1.	Aliran Darah	Meninggalkan jantung	Menuju jantung
2.	Kadar O <sub>2</sub>	Banyak	Sedikit
3.	Letak	Agak tersembunyi di dalam tubuh	Dekat dengan permukaan tubuh

No.	Keadaaan	Arteri	Vena
4.	Warna	Kemerah-merahan	Kebiru-biruan
5.	Denyut	Terasa	Tidak terasa
6.	Dinding	Tebal dan kuat	Tipis
7.	Jika luka	Darah memancar	Darah tidak memancar
8.	Elastisitas	Elastis	Kurang elastis

### c. Pembuluh Kapiler

Arteri akan bercabang-cabang menjadi pembuluh yang lebih kecil, yakni *arteriola*. Arteriola akan bercabang lagi menjadi pembuluh yang lebih halus, yakni *kapiler arteri*.

Kapiler arteri berhubungan dengan *kapiler vena*, kemudian kapiler-kapiler vena bergabung membentuk pembuluh yang lebih besar, yakni *venula*. Venula pun bergabung membentuk pembuluh yang lebih besar, yakni vena. Jadi, pembuluh kapiler merupakan pembuluh halus yang menghubungkan arteriola dan venula. Diameternya kira-kira 0,008 mm. Dindingnya terdiri dari suatu lapisan *endotel*. Bagian tubuh yang tidak terdapat kapiler ialah rambut, kuku, dan tulang rawan.

Adapun fungsi kapiler ialah sebagai berikut.

- 1) alat penghubung antara pembuluh darah arteri dan vena;
- 2) tempat terjadinya pertukaran zat-zat antara darah dan cairan jaringan;
- 3) mengambil hasil-hasil dari kelenjar;

- 4) menyerap zat makanan yang terdapat di usus;
- 5) menyaring darah yang terdapat pada ginjal.

Pada umumnya, pembuluh darah rambut atau kapiler meliputi sel-sel jaringan sehingga secara langsung berhubungan dengan sel. Karena dindingnya sangat tipis, plasmanya dan zat makanan mudah merembes ke cairan jaringan antarsel.

### **Darah Sebagai Komponen Utama dalam Sistem Peredaran Darah Manusia**

#### **Fungsi Darah Bagi Tubuh**

- a. sebagai alat pengangkut
  - 1) sari-sari makanan dari usus ke seluruh tubuh;
  - 2) hormon dari kelenjar bentuk ke seluruh tubuh;
  - 3) sisa-sisa oksidasi ke alat-alat pengeluaran;
  - 4) oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh.
- b. menjaga agar suhu tubuh tetap;
- c. mengedarkan air ke seluruh tubuh;
- d. menghindari tubuh dari infeksi;
- e. mengatur keseimbangan asam dan basa.

Darah manusia terdiri dari dua komponen, yakni cairan darah (plasma darah) dan komponen padat (butir-butir darah atau platelet). Jika darah disentrifugasi, kemudian didiamkan sebentar, darah akan mengendap dan menunjukkan komponen-komponen utamanya.

#### **a. Plasma**

Plasma darah merupakan komponen yang memiliki jumlah terbesar, yakni 50-60% dari volume total. Plasma darah merupakan bagian cair dari darah yang disusun oleh bahan-bahan yang bersifat tetap, yaitu air, garam, mineral, dan protein. Dalam plasma darah juga terdapat zat-zat yang jumlahnya dapat berubah-ubah, seperti zat makanan, oksigen, karbon dioksida, dan zat sampah lainnya. (Starr, 2010: 8.1)

Di dalam plasma darah terdapat tiga macam protein darah.

- 1) albumin yang bertanggung jawab terhadap tekanan osmosis darah;
- 2) globulin untuk antibody yang diperlukan dalam reaksi imunisasi;
- 3) fibrinogen untuk pembekuan darah.

Darah mempunyai pH yang konstan 7,3-7,5. Karena adanya bahan-bahan berikut.

##### **1) Hemoglobin**

Hb dan HbO<sub>2</sub> bersifat asam dan dapat mengikat alkali. Dalam jaringan HbO<sub>2</sub> direduksi menjadi Hb dan O<sub>2</sub> sehingga alkalinya dilepas. Alkali tersebut dapat menetralkan asam-asam yang terjadi dalam proses metabolisme tersebut.

##### **2) Protein**

Protein dalam plasma darah bersifat amfoterm, artinya dapat bereaksi dengan asam dan basa.

##### **3) Adanya campuran penahan (NaHCO<sub>3</sub>)**

Jika pada darah terdapat asam kuat, akan diubah menjadi asam lemah sehingga perubahan pH kecil.

Selain itu, ditemukan pula adanya *enzim protombin* yang dibentuk dalam hati jika terdapat vitamin K. pada keadaan normal, enzim tersebut tidak aktif. Protombin akan aktif ketika terjadi proses pembekuan darah.

Dalam plasma darah, terdapat zat organik yang mencapai 1%, seperti karbonat, klorida, dan fosfat yang berkaitan dengan logam kalsium, sodium, magnesium, dan potasium. Garam mineral berperan memelihara darah agar dapat menjalankan fungsinya. Fungsi garam-garam mineral pada darah ialah sebagai berikut.

- 1) Ion  $\text{Ca}^{++}$  penting dalam pembekuan darah.
- 2) Fosfat penting dalam pembentukan tulang ADP dan ATP.
- 3) Fe penting dalam pembentukan hemoglobin.
- 4) Garam mineral menyebabkan adanya tekanan osmosis kristaloid yang besarnya  $\pm 7$  atmosfer dalam plasma darah. (Agustiana, 2014: 261-263)

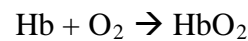
#### **b. Komponen Padat**

Komponen padat atau sel darah terdiri atas sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keeping darah (trombosit).

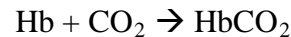


## 1. Sel Darah Merah (Eritrosit)

Dalam tubuh, jumlah eritrosit diperkirakan  $3 \times 10^{13}$  atau 5 juta setiap  $\text{mm}^3$  pada laki-laki, atau 4,5 juta setiap  $\text{mm}^3$  pada wanita. Eritrosit berwarna merah karena mengandung pigmen hemoglobin (Hb). Hemoglobin mampu mengikat oksigen membentuk *oksihemoglobin*.



Juga dapat mengikat  $\text{CO}_2$  membentuk karbon mono hemoglobin.








Hemoglobin dibentuk oleh senyawa hemin, yaitu suatu senyawa yang mempunyai Fe dan globin, yaitu protein dalam darah.

Sel-sel darah merah yang dewasa tidak berinti. Dari atas, sel-sel darah merah tampak bundar, sedang dari samping berbentuk bikonkaf. Menurut Maximow, sel darah merah mempunyai umur 120-126 hari. Sel darah merah yang rusak dirombak dalam limpa dan hati, sedang hemoglobinnnya dirombak menjadi zat warna empedu (bilirubin). Pembentukan eritrosit terjadi di sumsum tulang belakang dan hati.

## 2. Sel Darah Putih (Leukosit)

Jumlahnya 6000-9000  $\text{mm}^3$ . Sel darah putih dapat bergerak amoeboid, fungsinya ialah memkan kuman atau benda asing yang masuk ke dalam tubuh yang sering disebut fagositosis.

Tabel 5. Karakteristik Jenis-Jenis Sel Darah Putih (Leukosit)

Jenis Sel Darah Putih		Bentuk Sel	Karakteristik
Granulosit	Eusinofil		Mengandung granula berwarna merah. Berfungsi pada reaksi alergi, terutama infeksi cacing.
	Basofil		Mengandung granula berwarna biru. Berfungsi pada reaksi alergi.
	Netrofil		Disebut juga sel-sel PMN ( <i>Poly Morpho Nuclear</i> ). Berfungsi sebagai fagosit (menyerang patogen).
Agranulosit	Limfosit		Terdiri atas dua jenis, yaitu sel T dan sel B. Keduanya berfungsi untuk imunitas dan kekebalan tubuh.
	Monosit		Leukosit yang berukuran paling besar. Berfungsi mencerna sel-sel yang mati atau rusak dan memberikan perlawanan imunologis atau kekebalan

Sumber: Dokumen Kemendikbud

Sel darah putih dapat keluar dari pembuluh darah menuju jaringan yang disebut diapedesis. Pembentukannya ialah pada sumsum tulang kuning, limpa, dan kelenjar limfa. Umurnya 4-5 hari. Macam-macam leukosit dapat di lihat pada Tabel 5.

- 1) eosinofil, jumlahnya 1-5% dari leukosit
- 2) basofil, jumlahnya ½% dari leukosit
- 3) neutrofil, jumlahnya 65-75% dari leukosit
- 4) limfosit, jumlahnya 20-25% dari leukosit
- 5) monosit, jumlahnya 2-6% dari leukosit

Jumlah leukosit di dalam tubuh meningkat jika terjadi infeksi. Jumlah leukosit dapat mencapai 20.000-30.000 setiap ml darah. Jika jumlah leukosit melebihi jumlah normal, dinamakan *leukopni*, sedangkan jika jumlahnya di bawah jumlah normal dinamakan *leukositis*. *Leukimia* atau kanker darah terjadi karena jumlah leukosit yang sangat banyak sehingga mengakibatkan eritrosit dimakan oleh leukosit.

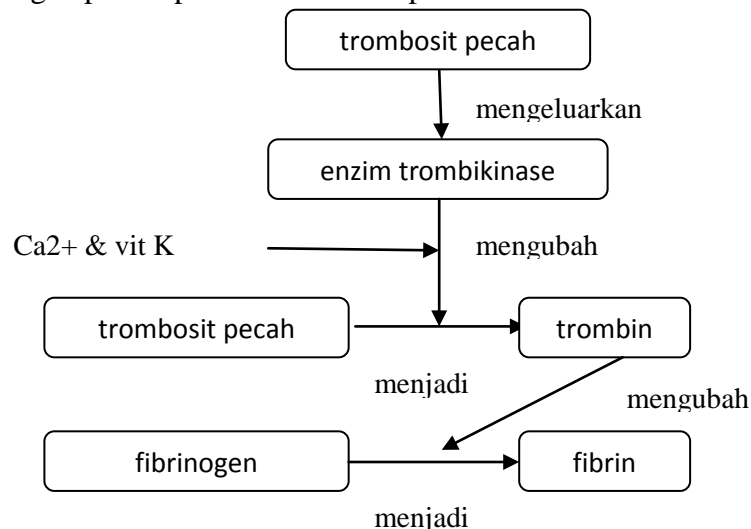
### 3. Keping-Keping Darah (Trombosit)

Trombosit memiliki bentuk yang tidak beraturan, tidak memiliki inti dan memiliki ukuran yang lebih kecil daripada eritrosit. Jumlah trombosit ialah 250.000-400.000 permilimeter darah. Fungsinya untuk membekukan darah. Secara normal, darah akan membeku bila keluar pembuluh darah, misalnya waktu luka. Trombosit

bergesekan dengan dinding luka yang kasar sehingga pecah dan keluar isinya yang disebut trombokinase. Dalam plasma darah terdapat protombin yang dibentuk dalam hati dengan bantuan vitamin K.

Trombokinase dibantu oleh ion  $\text{Ca}^{2+}$  mengubah protombin menjadi trombin. Trombin mengubah fibrinogen (protein darah) menjadi fibrin yang merupakan benang-benang halus penutup luka.

Bagan proses pembekuan darah pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Proses Pembekuan Darah

### C. Tekanan pada Zat Cair

Fluida, kebalikan dari zat padat, adalah zat yang dapat mengalir. Fluida menyesuaikan diri dengan bentuk wadah apapun di mana kita menempatkannya. Fluida bersifat demikian karena tidak dapat menahan gaya yang bersinggungan dengan permukaannya. (Halliday, 2010: 387)

## 1. Tekanan Hidrostatik

Sebuah tangki air yang terbuka ke atmosfer, seperti diketahui para penyelam, tekanan meningkat menurut kedalaman penyelam, pada kenyataannya merupakan sebuah sensor tekanan. Seperti diketahui para pendaki gunung, tekanan menurun bersamaan dengan ketinggian saat seseorang mendekati atmosfer. Tekanan yang dialami oleh penyelam dan pendaki biasa disebut tekanan hidrostatik, karena berhubungan dengan fluida yang statis (diam). (Halliday, 2010: 390)

Persamaan tekanan hidrostatik dapat dipakai untuk mencari tekanan, baik di dalam cairan dan dalam atmosfer (sebagai fungsi ketinggian) yang dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$\rho_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Dengan:

- $\rho_h$  : tekanan dalam zat cair (  $\text{N/m}^2 = \text{Pa}$  )
- $\rho$  : massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )
- $g$  : percepatan gravitasi bumi ( $\text{m/s}^2 = \text{N/kg}$ )
- $h$  : kedalaman (m)

## 2. Prinsip Archimedes

Ketika sebuah benda seluruhnya atau sebagian tenggelam dalam fluida, hanya gaya apung  $F_a$  dari fluida sekelilingnya yang bekerja pada benda tersebut. Gaya bergerak ke atas dan memiliki besar yang dinyatakan sebagai berikut.

$$F_a = m_f g$$

di mana  $m_f$  adalah massa fluida yang telah dipindahkan oleh benda tersebut (yaitu fluida yang telah didorong keluar oleh benda tersebut).

Ketika sebuah benda mengapung dalam sebuah fluida, besarnya  $F_a$  gaya apung (yang bergerak keatas) pada benda tersebut sama dengan besarnya  $F_g$  gaya gravitasi (yang bergerak ke bawah) pada benda. Berat semu di mana gaya apung bekerja berkaitan dengan berat sebenarnya dengan  $\text{berat}_{\text{semu}} = \text{berat} - F_a$ . (Halliday, 2010: 405)

### 3. Prinsip Pascal

Ketika Anda memencet salah satu ujung sebuah tabung pasta gigi untuk mengeluarkan pasta di ujung lainnya, Anda sedang melakukan prinsip Pascal. Prinsip ini juga merupakan dasar dari manuver Heimlich, di mana peningkatan tekanan yang tajam diterapkan dengan tepat ke dalam perut dibawa ke tenggorokan, membuat makanan yang tertampung di sana dikeluarkan. Prinsip tersebut dengan jelas dinyatakan pertama kali pada tahun 1652 oleh Blaise Pascal (yang namanya dijadikan satuan tekanan). (Halliday, 2010: 394)

Prinsip Pascal dapat dijadikan dasar dari tuas hidrolik. Dalam operasinya, biarkan gaya eksternal sebesar  $F_i$  diarahkan ke bawah pada piston sisi kiri (atau *input*), yang luas permukaannya adalah  $A_i$ . Cairan yang tidak dapat dimampatkan yang terdapat dalam alat

tersebut kemudian menghasilkan gaya ke atas yang besarnya  $F_0$  pada piston sisi kanan (atau output), yang luas permukaannya adalah  $A_0$ . Untuk menjaga sistem dalam kesetimbangan, harus ada gaya yang besarnya  $F_0$  yang mengarah ke bawah pada piston output dari beban eksternal (tidak tampak). Gaya  $F_i$  di kiri dan gaya *output* dari beban eksternal (tidak tampak). Gaya  $F_i$  diterapkan pada piston di kiri dan gaya  $F_0$  yang bergerak ke bawah dari beban di sebelah kanan menghasilkan perubahan tekanan  $\Delta p$  cairan yang ditunjukkan dengan

$$\Delta p = \frac{F_i}{A_i} = \frac{F_0}{A_0}$$

#### B. Penelitian Relevan

Penelitian dari Nilia Fithriyyati yang berjudul *Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berorientasi Scientific Approach Pada Tema Perubahan Materi Di Sekitar Kita Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Bagi Peserta didik SMP Kelas VII* menyatakan bahwa untuk uji coba produk, uji respon peserta didik menunjukkan kualitas LKPD berada pada kategori “baik” untuk aspek keterlaksanaan.

Penelitian lain yaitu dari Santi Ady Wahyuni yang berjudul *Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) IPA berbasis Learning Cycle (5E) dengan Tema Pembentukan Urin untuk Mengetahui Ketercapaian Keaktifan dan Pemahaman Konsep Siswa SMP Kelas VII* menyatakan bahwa untuk uji coba produk termasuk dalam kategori “sangat baik”.

### C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

